



Attorney Docket  
33035M134

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicants : Toshio Nomaguchi

Serial No. : 10/686,518

Art Unit : Not Yet Assigned

Filed : October 16, 2003

Examiner : Not Yet Assigned

For : A SEMICONDUCTOR LASER

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119**

Commissioner For Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir :

The above-referenced patent application claims priority benefit from the foreign patent application listed below:

**Application No. 2002-304696, filed in JAPAN on October 18, 2002.**

In support of the claim for priority, attached is a certified copy of the Japanese priority application.

Respectfully submitted,  
SMITH, GAMBRELL & RUSSELL, LLP

Michael A. Makuch, Reg. No. 32,263  
1850 M Street, NW – Suite 800  
Washington, DC 20036  
Telephone : 202/263-4300  
Facsimile : 202/263-4329

Date : October 8, 2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日 2002年10月18日  
Date of Application:

出願番号 特願2002-304696  
Application Number:

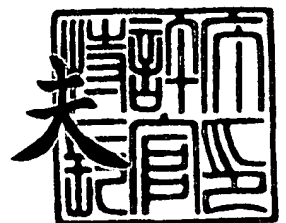
[ST. 10/C]: [JP 2002-304696]

願人 住友電気工業株式会社  
Applicant(s):

2003年10月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3087653

【書類名】 特許願

【整理番号】 102Y0383

【提出日】 平成14年10月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 5/28

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会  
社横浜製作所内

【氏名】 野間口 俊夫

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

【選任した代理人】

【識別番号】 100113435

【弁理士】

【氏名又は名称】 黒木 義樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0106993

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 活性領域及びブラッグ回折格子を挟んで対向する光反射面と光出射面とを備える半導体レーザであって、

F P モードの利得ピーク値が B G モードの利得ピーク値より大きい温度範囲に含まれる所定温度において、該 F P モードの利得ピーク波長で光反射率が最低となるように前記光出射面の光反射率が調整されていることを特徴とする半導体レーザ。

【請求項 2】 活性領域を挟んで対向する光反射面と光出射面とを有する半導体光増幅素子と、

前記半導体光増幅素子の前記光出射面と光結合されると共に、光導波領域にブラッグ回折格子が形成された光学部品と、  
を備える半導体レーザであって、

F P モードの利得ピーク値が B G モードの利得ピーク値より大きい温度範囲に含まれる所定温度において、該 F P モードの利得ピーク波長で光反射率が最低となるように前記光出射面の光反射率が調整されていることを特徴とする半導体レーザ。

【請求項 3】 前記光出射面の前記光反射率が最低となるときの光反射率が 0. 3 % 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体レーザ。

【請求項 4】 室温において、前記 B G モードの利得ピーク波長が前記 F P モードの利得ピーク波長よりも大きいことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体レーザ。

【請求項 5】 前記光出射面は誘電体多層膜を含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は半導体レーザに関する。

**【0002】****【従来の技術】**

長距離・高速光ファイバー通信では、単一モード発振を得るために、ブラッグ回折格子を有する半導体レーザ（分布帰還型（DFB）レーザ、分布反射型（DBR）レーザ、外部共振器型レーザ）が使用される。

**【0003】**

かかる半導体レーザとして、例えば特許文献1には、DFBレーザが開示されている。この半導体レーザは、光反射率の高い反射膜を含む光反射面と、光反射率を低減するための反射防止膜を含む光出射面とを備え、これら光反射面及び光出射面は活性領域及びブラッグ回折格子を挟むように対向配置されている。なお、反射膜及び反射防止膜については、例えば特許文献2及び特許文献3にも開示がなされている。

**【0004】**

かかる従来の半導体レーザは、一般にペルチェ素子を備え、温度一定に保たれた条件で使用される。これにより環境温度が大きく変動しても、光出射面からブラッグ回折格子により選択された波長の光が単一モードで出射される。

**【0005】****【特許文献1】**

特開平10-51072号公報

**【特許文献2】**

特開平10-190139号公報

**【特許文献3】**

特開平9-326531号公報

**【0006】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、半導体レーザにペルチェ素子を設けると、部品点数及び組立コストが増大し、また消費電力も増大してしまうという問題がある。そこで、ペルチェ素子を設けることなく無温調の半導体レーザを構成することが考えられる。しかしながら、上記した従来の半導体レーザを無温調で使用すると、環境温度が

マイナス40℃程度の低温領域において、FPモード（ファブリーペローモード）の利得ピーク値がブラッグ回折格子（BG）により規定されるBGモード（DFBモード）の利得ピーク値よりも大きくなり、その結果、FPモードで発振してしまうという問題があることを発明者は見出した。

#### 【0007】

本発明は、上記した課題を解決するために為されたものであり、ブラッグ回折格子により規定される単一モード発振を、広い温度範囲で無温調で得ることが可能な半導体レーザを提供することを目的とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係る半導体レーザは、活性領域及びブラッグ回折格子を挟んで対向する光反射面と光出射面とを備える半導体レーザであって、FPモードの利得ピーク値がBGモードの利得ピーク値より大きい温度範囲に含まれる所定温度において、FPモードの利得ピーク波長で光反射率が最低となるように光出射面の光反射率が調整されていることを特徴とする。

#### 【0009】

また本発明に係る半導体レーザは、活性領域を挟んで対向する光反射面と光出射面とを有する半導体光増幅素子と、半導体光増幅素子の光出射面と光結合されると共に、光導波領域にブラッグ回折格子が形成された光学部品と、を備える半導体レーザであって、FPモードの利得ピーク値がBGモードの利得ピーク値より大きい温度範囲に含まれる所定温度において、FPモードの利得ピーク波長で光反射率が最低となるように光出射面の光反射率が調整されていることを特徴とする。

#### 【0010】

このように、本発明に係る半導体レーザでは、FPモードの利得ピーク値がBGモードの利得ピーク値より大きい温度範囲に含まれる所定温度において、FPモードの利得ピーク波長で光反射率が最低となるように光出射面の光反射率が調整されている。したがって、このような温度においては、FPモードの光出射面からのロスが大きくなり、FPモードが低減される。その結果、ブラッグ回折格

子により規定されるBGモードでの単一モード発振を得ることができる。このように、この半導体レーザによれば、ブラッグ回折格子により規定される単一モード発振を、広い温度範囲で無温調で得ることが可能となる。

#### 【0011】

本発明に係る半導体レーザでは、光出射面の光反射率が最低となるときの光反射率が0.3%以下であることを特徴としてもよい。このようにすれば、FPモードの光出射面からのロスが大きくなり、FPモードが低減される。その結果、ブラッグ回折格子により規定されるBGモードでの単一モード発振を得ることができる。

#### 【0012】

本発明に係る半導体レーザでは、室温において、BGモードの利得ピーク波長がFPモードの利得ピーク波長よりも大きいことを特徴としてもよい。このようにすれば、室温よりも高温側のより広い温度範囲で、ブラッグ回折格子により規定される単一モード発振を無温調で得ることができる。

#### 【0013】

本発明に係る半導体レーザでは、光出射面は誘電体多層膜を含むことを特徴としてもよい。かかる誘電体多層膜は、FPモードの利得ピーク値がBGモードの利得ピーク値より大きい温度範囲において、FPモードの利得ピーク波長における光出射面の光反射率を0.3%以下とするのに好適である。

#### 【0014】

本発明に係る半導体レーザの製造方法は、活性領域及びブラッグ回折格子を挟んで対向する光反射面と光出射面とを備える半導体レーザを製造する方法であって、FPモードの利得ピーク値がBGモードの利得ピーク値より大きい温度範囲に含まれる所定温度において、FPモードの利得ピーク波長で光反射率が最低となるように光出射面の光反射率を調整する工程を有することを特徴とする。

#### 【0015】

また本発明に係る半導体レーザの製造方法は、活性領域を挟んで対向する光反射面と光出射面とを有する半導体光増幅素子と、半導体光増幅素子の光出射面と光結合されると共に、光導波領域にブラッグ回折格子が形成された光学部品と、



を備える半導体レーザを製造する方法であって、F Pモードの利得ピーク値がB Gモードの利得ピーク値より大きい温度範囲に含まれる所定温度において、F Pモードの利得ピーク波長で光反射率が最低となるように光出射面の光反射率を調整する工程を有することを特徴とする。

#### 【0016】

このように、上記した半導体レーザの製造方法は、F Pモードの利得ピーク値がB Gモードの利得ピーク値より大きい温度範囲に含まれる所定温度において、F Pモードの利得ピーク波長で光反射率が最低となるように光出射面の光反射率を調整する工程を有する。したがって、このようにして製造された半導体レーザでは、かかる温度においてF Pモードの光出射面からのロスが大きくなり、F Pモードが低減される。その結果、ブラッグ回折格子により規定されるB Gモードでの単一モード発振を得ることができる。このように、この半導体レーザの製造方法によれば、ブラッグ回折格子により規定される単一モード発振を、広い温度範囲で無温調で得ることが可能な半導体レーザを得ることが可能となる。なお、本発明はF Pモードの利得ピーク波長に基づいて光出射面の光反射率を調整している点で、D F Bレーザの単一モード発振を実現するために、D F Bレーザの発振波長に合わせて光出射面の光反射率を調整していた従来の方法とは思想的に全く異なるものである。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

#### 【0018】

図1は、本実施形態に係る半導体レーザの構成を模式的に示す断面図である。図1に示すように、半導体レーザ10は分布帰還型(D F B)レーザと呼ばれるものであり、1200nm～1625nmの波長帯域において使用される。この半導体レーザ10は、活性領域12、ブラッグ回折格子14、光反射面16、光出射面18、及び電極24を備えている。

#### 【0019】

活性領域 12 の構成は周知なものでよく、例えば GaInAsP の多重量子井戸構造を有している。

#### 【0020】

ブラッグ回折格子 14 は、活性領域 12 に隣接して設けられている。このブラッグ回折格子 14 のピッチを  $\Lambda$  とし、実効屈折率を  $n_{eff}$  とすると、

$$\lambda_{BG} = 2 n_{eff} \cdot \Lambda \quad \cdots \quad (1)$$

で表されるブラッグ波長  $\lambda_{BG}$  の光が選択され、光出射面 18 から出射される。

#### 【0021】

光反射面 16 は、半導体レーザ 10 の後端側に設けられている。この光反射面 16 は、光反射率の高い反射膜 20 を含んでいる。反射膜 20 の構成としては周知のものをを用いることができ、例えばアモルファスシリコン ( $\alpha$ -Si) とシリコンナイトライド (SiN) との誘電体多層膜から形成されている。かかる反射膜 20 を含むことにより、光反射面 16 は 80%~95% 程度の光反射率を有する。

#### 【0022】

光出射面 18 は、光反射面 16 とは反対側の半導体レーザ 10 の前端側に設けられている。この光出射面 18 は、光反射率を低減するための反射防止膜 22 を含んでいる。この反射防止膜 22 を含む光出射面 18 の光反射率は、FP モードの利得ピーク値が BG モードの利得ピーク値より大きい温度範囲において、FP モードの利得ピーク波長  $\lambda_{FP}$  で光反射率が最低となるように調整されている。そして、光出射面 18 の光反射率が最低となるときの光反射率は 0.3% 以下、好ましくは 0%~0.1% とされている。

#### 【0023】

ここで、FP モードとは、半導体レーザ 10 の光反射面 16 と光出射面 18 とで形成される共振器により発振するモードのことをいう。FP モードの利得は、活性領域 12 の利得として与えられ、FP モードは、活性領域 12 の利得ピーク波長で発振する。

#### 【0024】

また、BG モードとは、ブラッグ回折格子 14 により規定されるモードで発振

するモードのことをいう。そして、BGモードは、ブラッグ回折格子14のピッチ $\Lambda$ により決定される波長 $\lambda_{BG}$ で発振する。特に、DFBレーザについては、BGモードのことをDFBモードと呼ぶ。

#### 【0025】

このような反射防止膜22は、誘電体多層膜により構成することができる。このような誘電体多層膜としては、例えば $Al_2O_3/TiO_2$ 、 $SiO_2/TiO_2$ 、 $Al_2O_3/Ta_2O_5$ 、 $SiO_2/Ta_2O_5$ 、 $\alpha-Si/Al_2O_3$ が挙げられる。これらの誘電体多層膜は、イオン照射蒸着あるいはECR-CVD (Electron Cyclotron Resonance Plasma CVD) により形成することができる。

#### 【0026】

また本実施形態に係る半導体レーザ10では、室温において、BGモードの利得ピーク波長 $\lambda_{BG}$ がFPモードの利得ピーク波長 $\lambda_{FP}$ よりも大きいと好ましい。ここで本明細書において「室温」とは25℃のことをいう。このようにすれば、室温よりも高温側のより広い温度範囲で、ブラッグ回折格子14により規定されるBGモードでの単一モード発振を無温調で得ることができる。

#### 【0027】

ここで、以上の構成について、図を参照して説明する。図2は、室温RT (25℃)、低温LT (例えば、-40℃)、及び高温HT (例えば、85℃) における、BGモードの利得とFPモードの利得 (活性領域12の利得) との関係を示すグラフである。図2のグラフにおいて、真中、左下、及び右上のグラフは、それぞれ室温RT、低温LT、及び高温HTにおけるBGモードの利得 $g_{BG}$ とFPモードの利得 $g_{FP}$  (太線で示す) との関係を示している。図2に示すように、FPモード及びBGモードの利得は温度依存性を示し、FPモードの利得ピーク波長 $\lambda_{FP}$ 及びBGモードの利得ピーク波長 $\lambda_{BG}$ は、温度に応じてシフトする。なお、FPモードの利得ピーク波長 $\lambda_{FP}$ の単位温度当たりのシフト量は0.4 nm/℃程度であり、0.1 nm/℃程度であるBGモードの利得ピーク波長 $\lambda_{BG}$ の単位温度当たりのシフト量よりも大きい。

#### 【0028】

図2に示すように、室温 $R T$ においては、BGモードの利得 $g_{BG-R T}$ のピーク値は、FPモードの利得 $g_{FP-R T}$ のピーク値よりも大きく、BGモードでの単一モード発振がなされる。ここで、使用する全温度範囲においてDFBモードで単一モード発振させるためには、全温度範囲でBGモードの利得 $g_{BG-R T}$ のピーク値が、FPモードの利得 $g_{FP-R T}$ のピーク値よりも大きくなければならない。

#### 【0029】

しかしながら、低温 $L T$ においては、図2の左下のグラフに示すように、FPモードの利得 $g_{FP-L T}$ が大きくなり、そのピーク値はBGモードの利得 $g_{BG-L T}$ のピーク値よりも大きくなる。このとき、本実施形態に係る半導体レーザ10では、FPモードの利得ピーク値がBGモードの利得ピーク値より大きい温度範囲において、FPモードの利得ピーク波長 $\lambda_{FP}$ で光反射率が最低となるように反射防止膜22が形成され、光出射面18の光反射率が調整されている。そして、光出射面18の光反射率が最低となるときの光反射率は0.3%以下とされている。したがって、FPモードの光出射面18からのロスが大きくなり、図2の左下のグラフにおいて破線で示すように、FPモードが低減されて、BGモードでの単一モード発振を得ることができる。

#### 【0030】

また、本実施形態に係る半導体レーザ10では、図2の真中のグラフに示すように、室温 $R T$ において、BGモードの利得ピーク波長 $\lambda_{BG}$ がFPモードの利得ピーク波長 $\lambda_{FP}$ よりも大きいと好ましい。ここで、ディチューニング量 $\Delta D E T$ を以下の(2)式で定義する。

#### 【0031】

$$\Delta D E T = \lambda_{BG} - \lambda_{FP} \quad \cdots \quad (2)$$

このディチューニング量 $\Delta D E T$ は、使用する温度範囲における両端 $L T$ 、 $H T$ において、BGモードの利得ピーク波長 $\lambda_{BG}$ とFPモードの利得ピーク波長 $\lambda_{FP}$ との差の絶対値 $|\lambda_{BG} - \lambda_{FP}|$ が、発振限界を示す最大離調幅 $\Delta \lambda_{L T}$ 、 $\Delta \lambda_{H T}$ を越えない範囲で規定される。これは、BGモードの利得ピーク波長 $\lambda_{BG}$ とFPモードの利得ピーク波長 $\lambda_{FP}$ とが離れすぎていると、レーザ発振

が困難になるからである。

### 【0032】

このことを、図3を参照して説明する。図3において、ラインL0はFPモードの利得ピーク波長 $\lambda_{FP}$ が温度に依存してシフトする様子を示し、ラインL1、L2、及びL3はBGモードの利得ピーク波長 $\lambda_{BG}$ が温度に依存してシフトする様子を示す。特に、ラインL1は室温RTでのディチューニング量 $\Delta_{DET}$ が0のときを示し、ラインL2は室温RTでのディチューニング量 $\Delta_{DET}$ が正の値 $\alpha$ のときを示し、ラインL3は室温RTでのディチューニング量 $\Delta_{DET}$ が負の値 $\beta$ のときを示している。図3に示すように、室温RTにおけるディチューニング量 $\Delta_{DET}$ が $\beta$ から $\alpha$ の範囲に規定されることで、使用する温度範囲における両端LT、HTにおいてもBGモードでの単一モード発振を得ることができる。一般に、使用温度範囲が $-40^{\circ}\text{C}$ から $85^{\circ}\text{C}$ のとき、最大離調幅 $\Delta\lambda_{LT}$ 、 $\Delta\lambda_{HT}$ は22nm程度であるため、ディチューニング量 $\Delta_{DET}$ は $-10\text{nm}$ ～ $+8\text{nm}$ の範囲に規定されると好ましい。ただし、ディチューニング量 $\Delta_{DET}$ が $-10\text{nm}$ ～ $-7\text{nm}$ の範囲では、高温領域での閾値電流が増加したり発光効率が低下したりしてI（電流）－L（光出力）特性が劣化するおそれがあるため、高温領域でのI－L特性の観点からは、ディチューニング量 $\Delta_{DET}$ は $-7\text{nm}$ ～ $+8\text{nm}$ であるとより好ましい。

### 【0033】

CWDM光ファイバ通信で長波長（波長 $\lambda > 1580\text{nm}$ ）のチャネルの信号光を発生するDFBレーザでは、室温RTにおけるディチューニング量 $\Delta_{DET}$ をプラス側へ可能な限り大きくすることで、高温特性の向上を図ることができる。なお、室温RTにおけるディチューニング量 $\Delta_{DET}$ をプラス側へ大きくすると、低温LTでFPモードの増大によりサイドモード抑圧比SMSRが大きく劣化するが、本実施形態に係る半導体レーザ10は、前述した光出射面18を備えるため、低温領域でもBGモードでの単一モード発振を得ることができる。

### 【0034】

このように、本実施形態に係る半導体レーザ10によれば、ブラッグ回折格子14により規定されるBGモードでの単一モード発振を、広い温度範囲で無温調

で得ることが可能となる。

#### 【0035】

次に、上記した本実施形態に係る半導体レーザ10の一実施例について説明する。この実施例では、使用温度範囲が $-40^{\circ}\text{C}$ ～ $+85^{\circ}\text{C}$ であり、室温RTにおけるBGモードの発振波長 $\lambda_{BG}$ が $1590\text{ nm}$ である仕様について考える。

#### 【0036】

活性領域12は、GaInAsPの多重量子井戸構造を有する。ブラッグ回折格子14のピッチ $\Lambda$ は、室温RTにおけるBGモードの発振波長 $\lambda_{BG}$ が $1590\text{ nm}$ となるように設定されている。ディチューニング量 $\Delta_{DET}$ は、 $+2\text{ nm}$ に設定されている。したがって、室温RTにおけるFPモードの利得ピーク波長 $\lambda_{FP}$ は、(2)式より $1588\text{ nm}$ に設定されている。このとき、光出射面18が含む反射防止膜22は、図4に示すように、室温RTにおけるFPモードの利得ピーク波長 $\lambda_{PL}$ よりも $45\text{ nm}$ 小さい $1543\text{ nm}$ で、最低反射率が0.05%となっている。このような反射防止膜22として、内側から $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $180\text{ nm}$ )と $\text{TiO}_2$  ( $50\text{ nm}$ )との2層からなる誘電体多層膜が、イオン照射蒸着により形成されている。なお、図4において破線は、 $-40^{\circ}\text{C}$ でのFPモードの利得を示している。ここで、反射防止膜22を含む光出射面18の光反射率は、例えば、半導体レーザ10をレーザ発振させ、FPモードを含む発振スペクトルを測定してFPモードの光ピーク強度から求めたり、あるいはレーザの光出射面18及び光反射面16から出射される光の強度比から求めたりすることができる。

#### 【0037】

図5(a)～(c)は、それぞれ温度が $-40^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$ 、及び $85^{\circ}\text{C}$ のときの半導体レーザ10の発振スペクトルを示している。図5に示すように、この実施例に係る半導体レーザ10では、 $-40^{\circ}\text{C}$ ～ $85^{\circ}\text{C}$ のいずれの温度においてもBGモードでの単一モード発振を得ることができることが分かる。

#### 【0038】

これに対し、図6(a)～(c)は、比較例として波長 $1590\text{ nm}$ で最低反射率が0.5%である反射防止膜を備える従来の半導体レーザ(反射防止膜以外

は上記した実施例と同一の構成を有する) について、それぞれ温度が $-40^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$ 、及び $85^{\circ}\text{C}$ のときの発振スペクトルを示している。比較例に係る半導体レーザでは、 $-40^{\circ}\text{C}$ の低温でSMSRが大幅に劣化してFPモードの利得が大きくなり、そのピーク値がBGモードの利得ピーク値より大きくなって、FPモードでの発振が生じることが分かる。

#### 【0039】

このように、図5及び図6を参照すると、実施例に係る半導体レーザ10では、光出射面18に上記した特徴的な反射防止膜22を含むため、低温領域でのFPモードの低減が図られ、全ての温度範囲でBGモードでの単一モード発振を得ることが可能となることが確かめられた。

#### 【0040】

図7は、低温領域( $-40^{\circ}\text{C}$ )で実施例に係る半導体レーザ(白棒で示す)と比較例にかかる半導体レーザ(斜線棒で示す)とのSMSRを評価し、良品と不良品とに分けた結果を示している。比較例に係る半導体レーザでは、SMSRの劣化により不良品とされるものが多いのに対し、実施例に係る半導体レーザではSMSRは良好で良品が多く得られることが確かめられた。

#### 【0041】

なお、上記した実施形態では半導体レーザ10としてDFBレーザについて説明したが、図8に示すように、半導体レーザ10は分布反射型半導体レーザ(DBRレーザ)であってもよい。

#### 【0042】

また、半導体レーザは、図9及び図10に示すように、外部共振器型の半導体レーザ30であってもよい。図9及び図10に示す半導体レーザ30は、半導体光増幅素子32と、光学部品34とを備えている。

#### 【0043】

半導体光増幅素子32は、活性領域12、光反射面16、光出射面18、及び電極24を有している。光反射面16は、反射膜20を含んでいる。光出射面18は、前述したような特徴的な構成の反射防止膜22を含んでいる。光反射面16及び光出射面18は、活性領域12を挟んで対向配置されている。

## 【 0 0 4 4 】

光学部品 3 4 は、半導体光増幅素子 3 2 と光結合されている。図 9 に示す半導体レーザ 3 0 では、この光学部品 3 4 としてファイバグレーティングを含んでいる。ファイバグレーティングは、コア 3 6 とこのコア 3 6 を覆うクラッド 3 8 とを含む光ファイバから構成されており、コア 3 6 の所定領域にブラッグ回折格子 1 4 が形成されている。一方、図 1 0 に示す半導体レーザ 3 0 では、この光学部品 3 4 として平面光導波路（P L C）グレーティングを含んでいる。P L C グレーティングは、平面基板上に設けられた光導波領域としてのコア 3 6 の所定領域に、ブラッグ回折格子 1 4 が形成されたものである。

## 【 0 0 4 5 】

このような外部共振器型の半導体レーザ 3 0 においても、前述した特徴的な構成の反射防止膜 2 2 を含む光出射面 1 8 を備えることで、前述した半導体レーザ 1 0 と同様の作用効果を奏することができる。

## 【 0 0 4 6 】

## 【発明の効果】

本発明によれば、ブラッグ回折格子により規定される単一モード発振を、広い温度範囲で無温調で得ることが可能な半導体レーザが提供される。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

実施形態に係る半導体レーザ（D F B レーザ）の構成を模式的に示す断面図である。

## 【図 2】

室温 R T（2 5℃）、低温 L T（例えば、－4 0℃）、及び高温 H T（例えば、8 5℃）における、B G モードの利得と F P モードの利得（活性領域の利得）との関係を示すグラフである。

## 【図 3】

F P モードの利得ピーク波長  $\lambda_{FP}$ 、及び B G モードの利得ピーク波長  $\lambda_{BG}$  が温度に依存してシフトする様子を示すグラフである。

## 【図 4】



実施例に係る半導体レーザが備える反射防止膜の反射スペクトルを示す図である。

【図 5】

図 5 (a) ~ (c) は、それぞれ温度が  $-40^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$ 、及び  $85^{\circ}\text{C}$  のときの実施例に係る半導体レーザの発振スペクトルを示している。

【図 6】

図 6 (a) ~ (c) は、それぞれ温度が  $-40^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$ 、及び  $85^{\circ}\text{C}$  のときの比較例に係る半導体レーザの発振スペクトルを示している。

【図 7】

低温領域 ( $-40^{\circ}\text{C}$ ) で実施例に係る半導体レーザ (白棒で示す) と比較例にかかる半導体レーザ (斜線棒で示す) との SMSR を評価し、良品と不良品とに分けた結果を示すグラフである。

【図 8】

実施形態に係る半導体レーザ (DBR レーザ) の構成を模式的に示す断面図である。

【図 9】

実施形態に係る半導体レーザ (外部共振器型レーザ) の構成を模式的に示す断面図である。

【図 10】

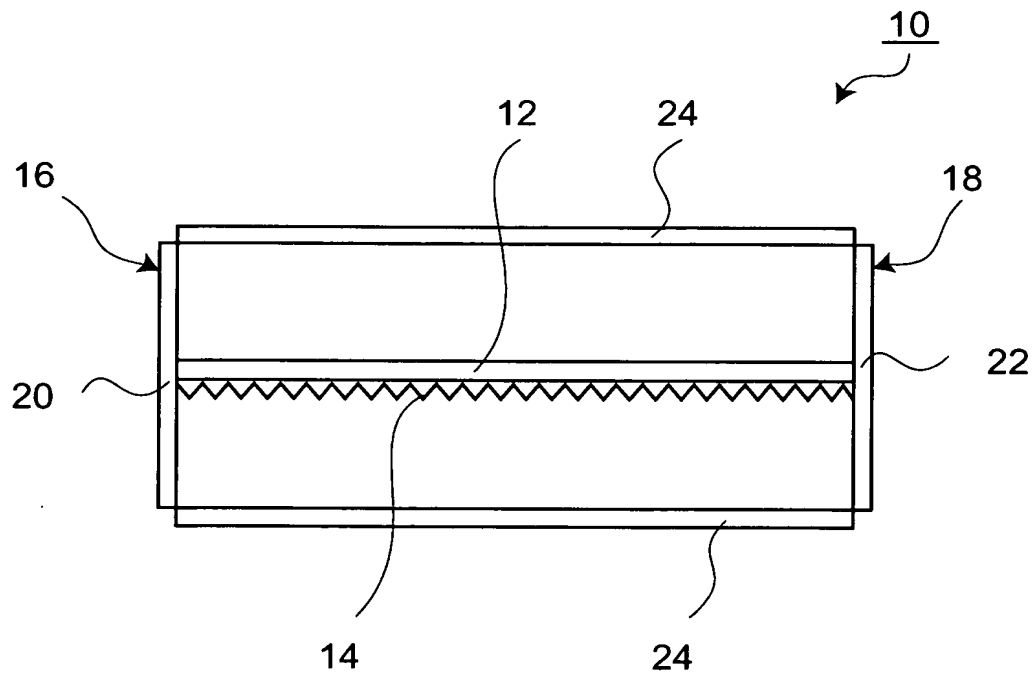
実施形態に係る半導体レーザ (外部共振器型レーザ) の構成を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

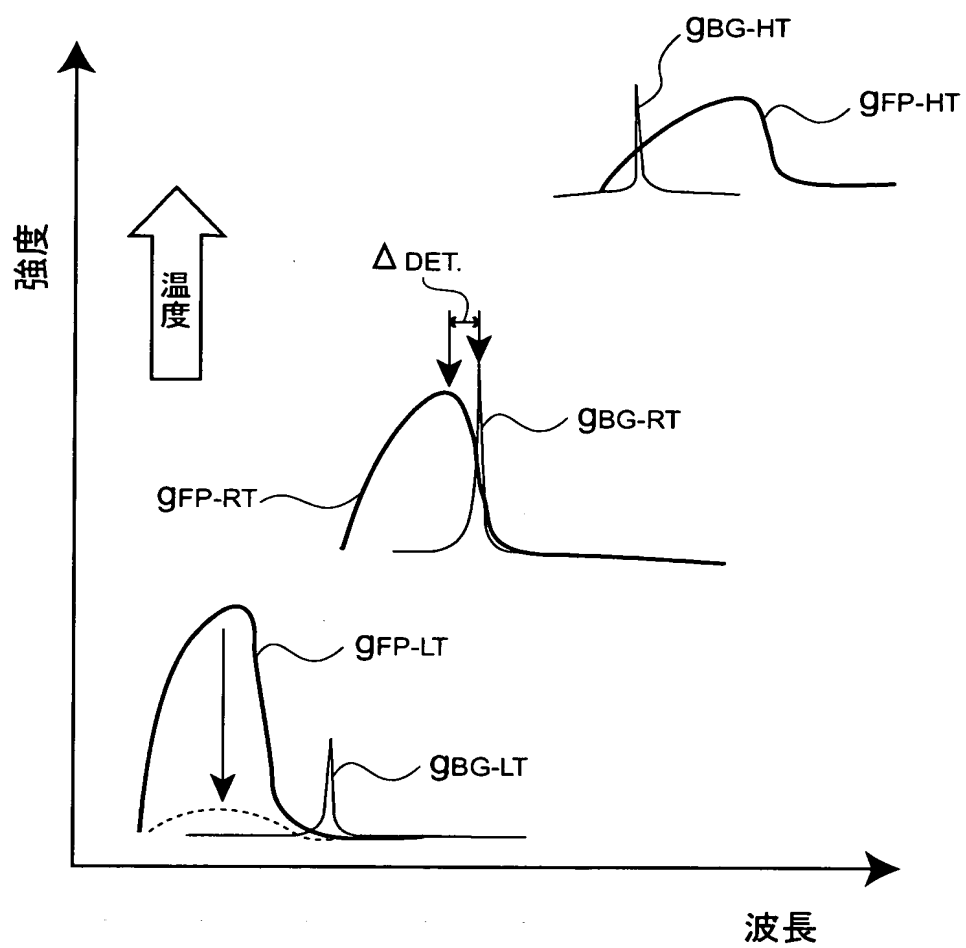
10, 30…半導体レーザ、12…活性領域、14…ブラッグ回折格子、16…光反射面、18…光出射面、20…反射膜、22…反射防止膜、32…半導体光増幅素子、34…光学部品、36…コア、38…クラッド。

【書類名】 図面

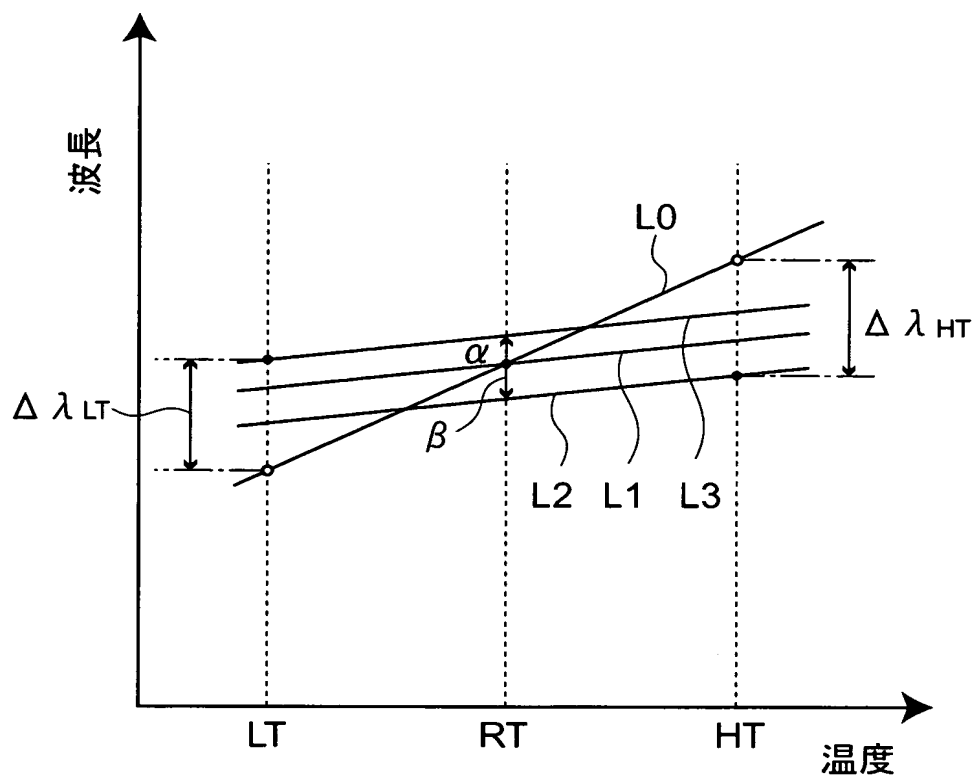
【図 1】



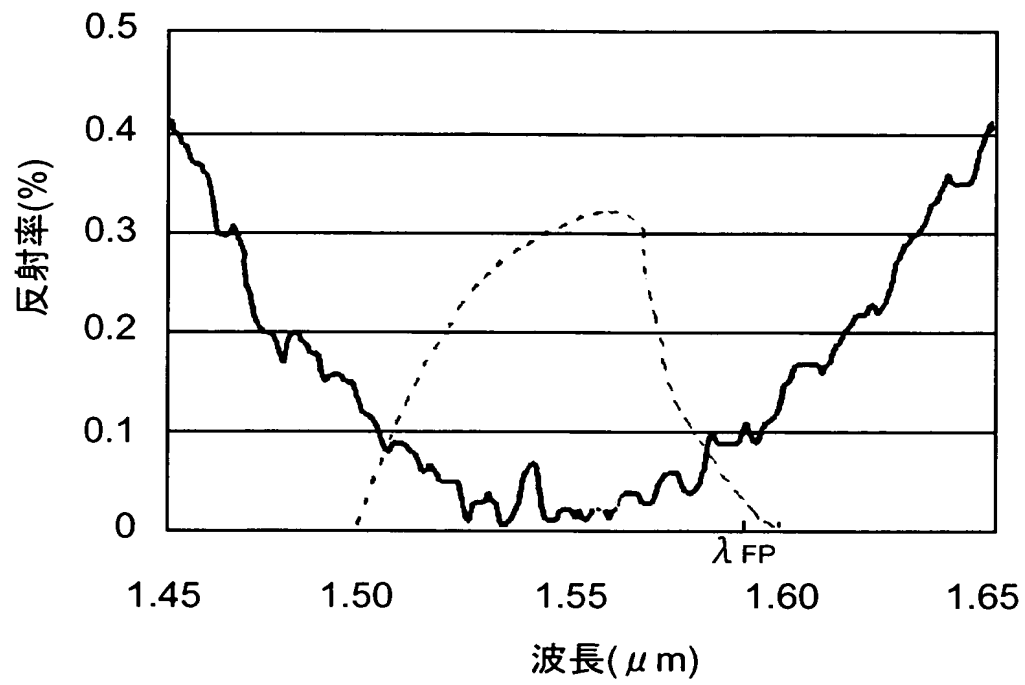
【図 2】



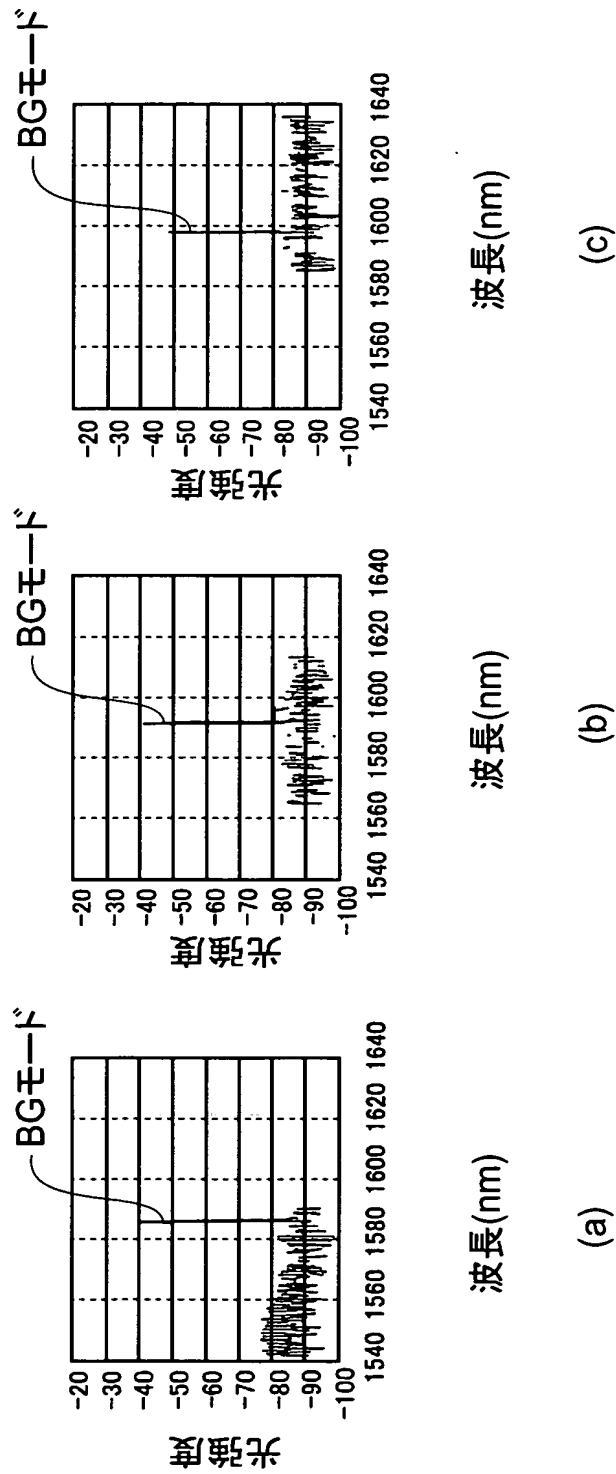
【図 3】



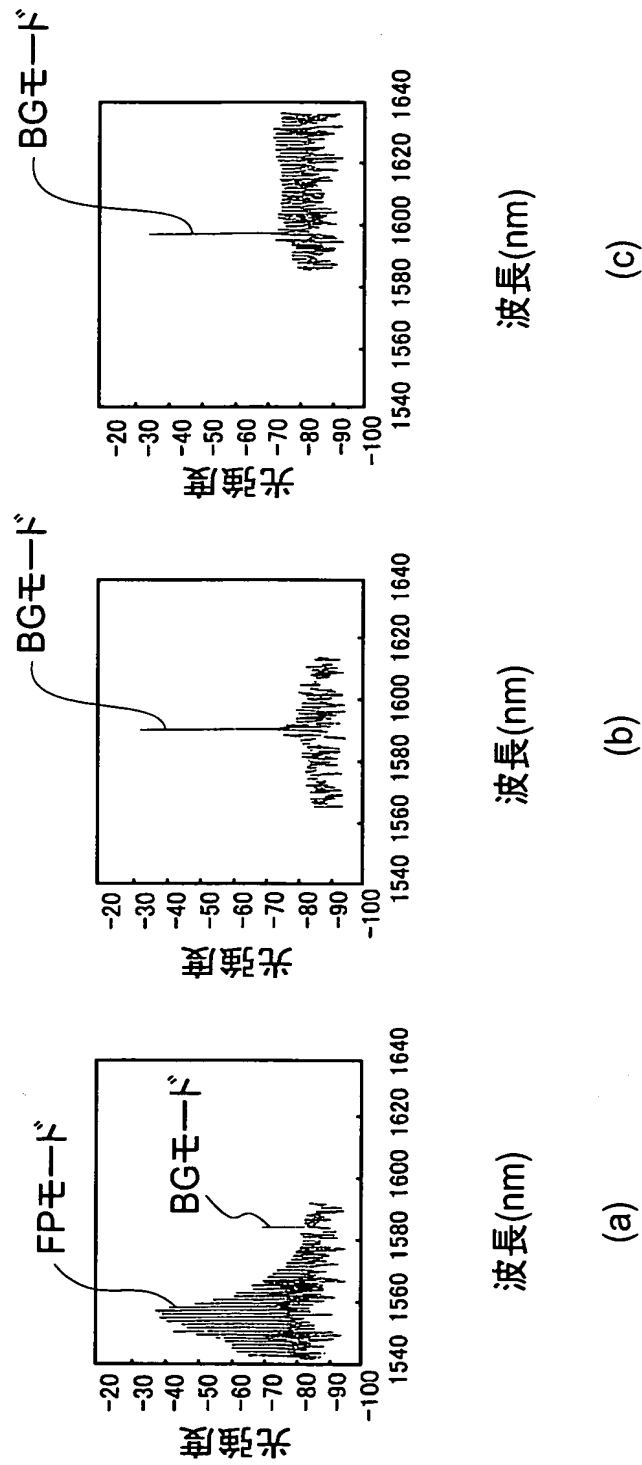
【図 4】



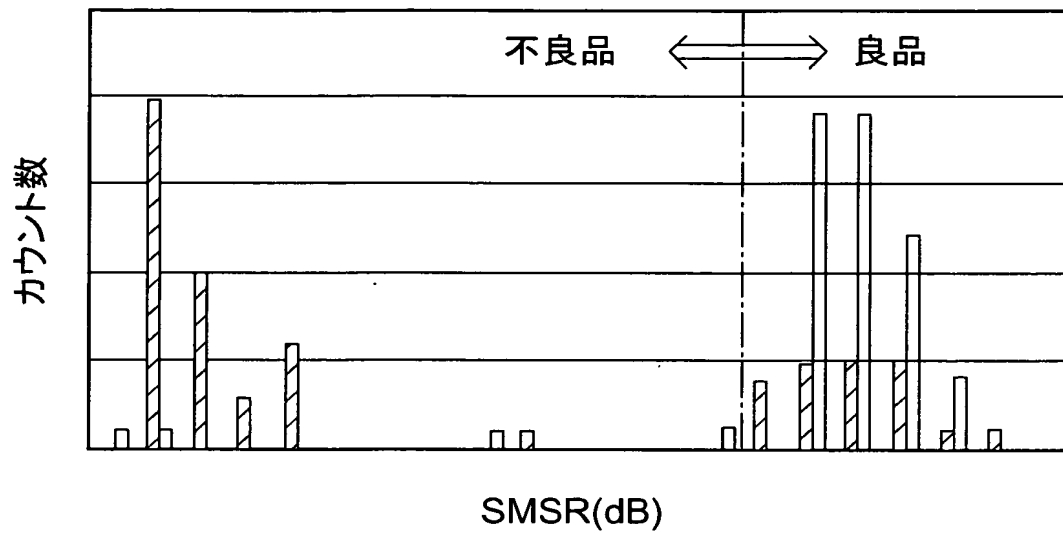
【図 5】



【図 6】

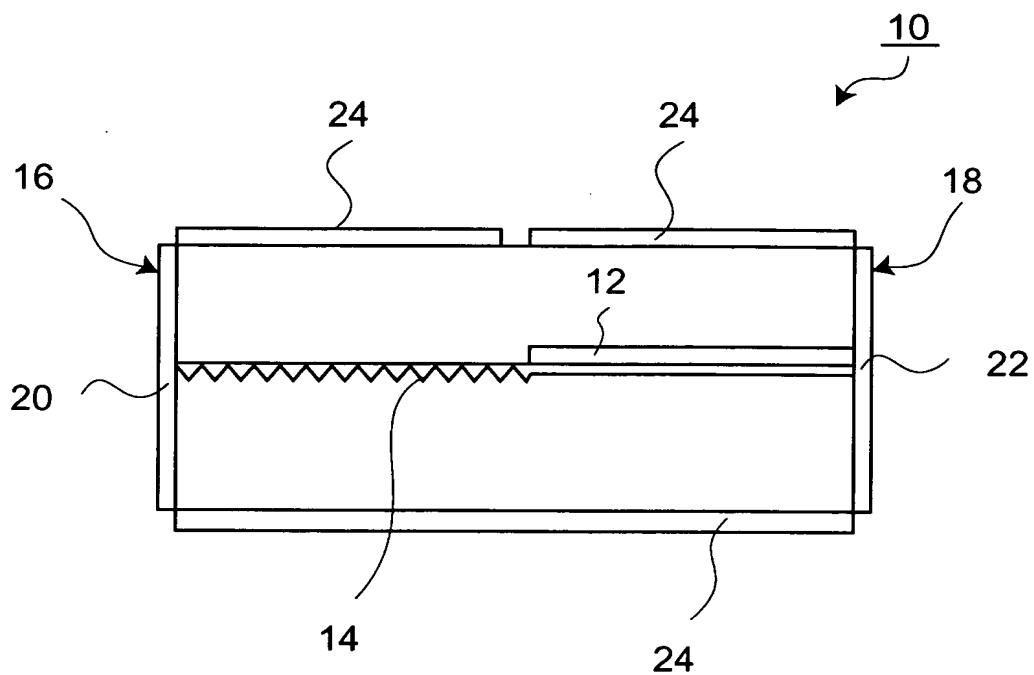


【図 7】

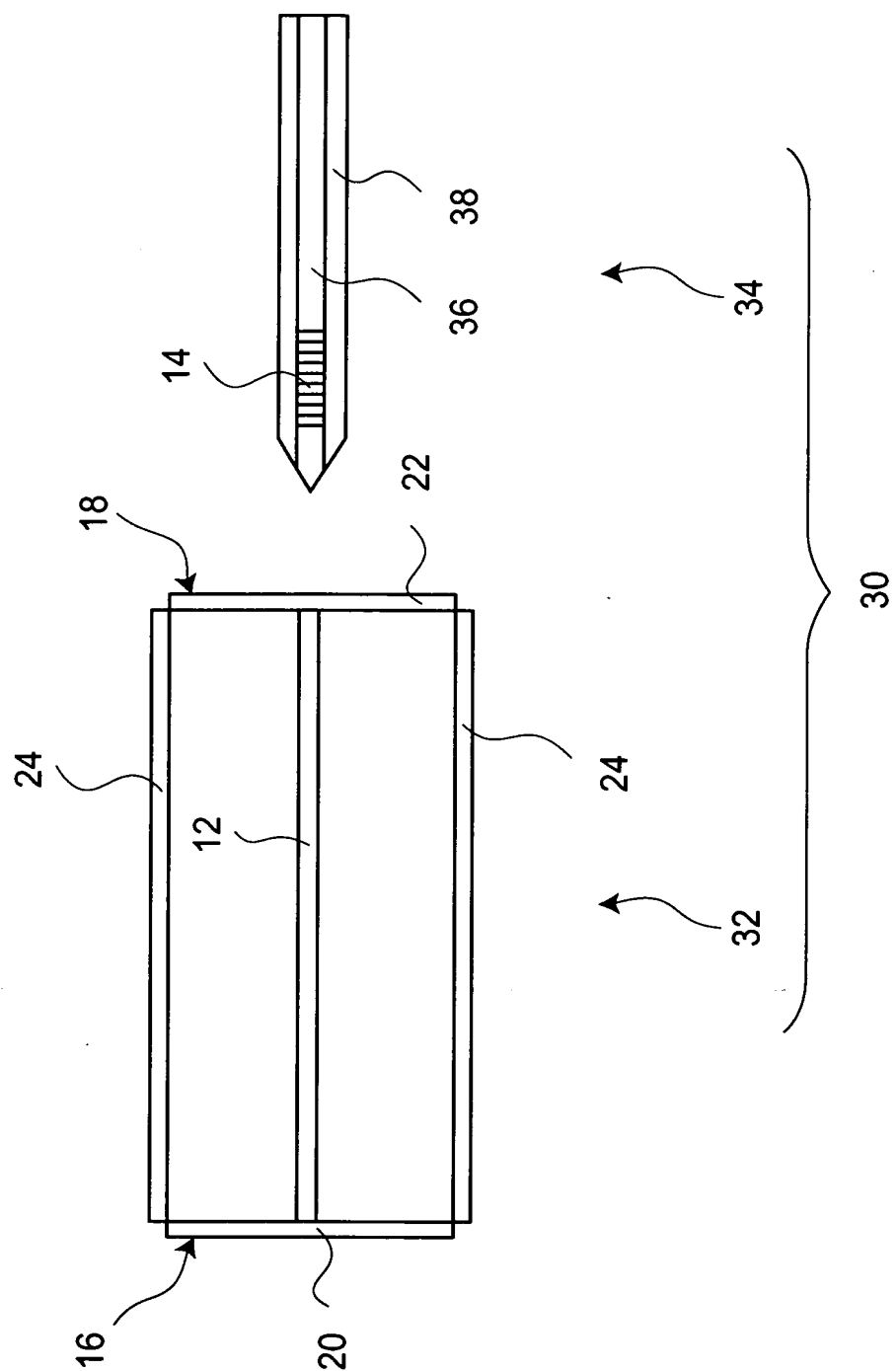




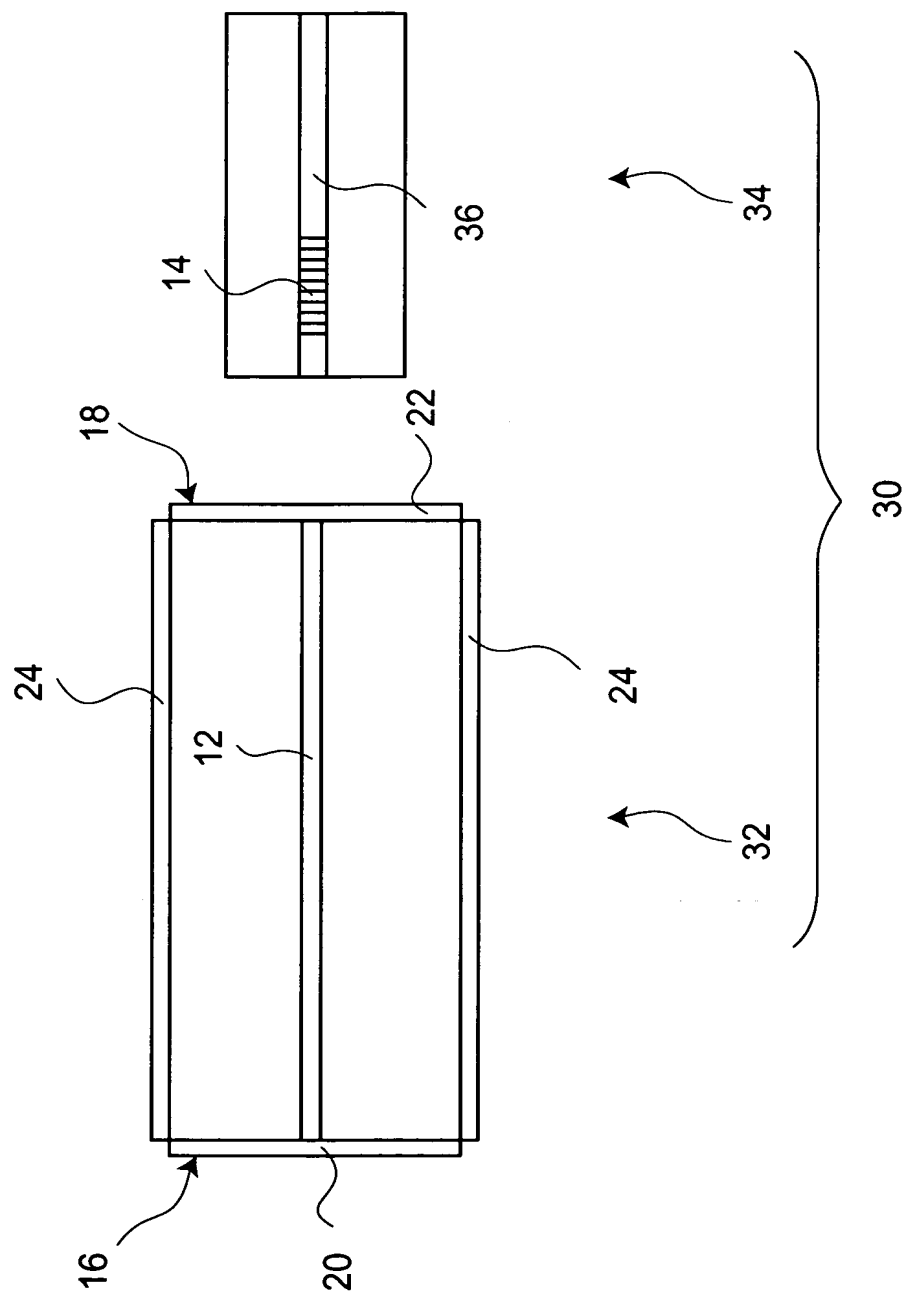
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ブラッグ回折格子により規定される単一モード発振を、広い温度範囲で無温調で得ることが可能な半導体レーザを提供する。

【解決手段】 半導体レーザ 10 は、活性領域 12 及びブラッグ回折格子 14 を挟んで対向する光反射面 16 と光出射面 18 とを備える。そして、FPモードの利得ピーク値がBGモードの利得ピーク値より大きい温度範囲において、FPモードの利得ピーク波長 $\lambda_{FP}$ で光反射率が最低となるように光出射面 18 の光反射率が調整されている。そして、光出射面 18 の光反射率が最低となるときの光反射率は 0.3%以下とされている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 0 4 6 9 6

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 1 3 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名

住友電気工業株式会社